

LAID-OPEN PATENT GAZETTE

(11) Patent Application Laid-Open No. S61-212744

(21) Patent Application No. S60-55596

(22) Application date: March 18, 1985

(43) Publication date: September 20, 1986

(71) Applicant: Fujitsu Limited

(72) Inventor: Shigetomo SAWADA

Masahiro MORI

Japanese Patent Application Laid-Open No.

SPECIFICATION

1. Title of the Invention

RESTITUTION COEFFICIENT MEASURING DEVICE

2. Claim

A restitution coefficient measuring device comprising:

a mechanism (5) for dropping a spherical falling object (4) to a sample to be measured (3);

detecting means (5) for detecting the point of time when the falling object (4) is dropped on the sample (3) and restituted; and

means (7 and 8) for respectively showing an output of the detecting means (5) by a signal waveform along a time base; characterized in that

the restitution coefficient of the sample (3) is obtained in accordance with an output restitution time interval.

3. Detailed Description of the Invention

[Outline]

A device for dropping a spherical falling object from the upper portion of a sample whose restitution coefficient should be measured, detecting and recording a shock wave when the falling object collides with the surface of the sample and is restituted, measuring a time interval between continuous points of times of restitutions by the recorded shock wave, and obtaining the restitution coefficient of the sample from the time interval.

[Field of the Invention]

The present invention relates to a restitution coefficient measuring device used to identify the characteristic of the surface of a magnetic disk or the like.

Magnetic films of magnetic disks used for a magnetic disk drive include the application type in which a magnetic particles of $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ is formed on a nonmagnetic substrate such as aluminum together with a binding agent and the continuous thin-film type positively developed in recent years for high-density recording.

A continuous-thin-film-type magnetic film uses a plated film of nickel-phosphor (Ni-P) or sputtered film of $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ for horizontal recording. Moreover, a sputtered double-layer film made of Ni-Fe alloy (permalloy) and cobalt-chromium (Co-Cr) alloy is used for vertical recording.

However, because a method for inspecting the characteristic such as impact resistance of a magnetic film formed in accordance with the sputtering method is not present, a method for simplifying the above characteristic and inspecting it at a high accuracy is requested.

[Prior Art]

Therefore, it is attempted to drop a steel ball or the like on a magnetic disk on which these magnetic films are formed and detect the characteristic such as impact resistance of the magnetic disk in accordance with the value of a restitution coefficient at that time.

As a method for detecting the restitution coefficient, it is attempted to detect a restitution coefficient when dropping a steel ball on the magnetic film of a magnetic disk and making the steel ball collide with the film or detect a restitution coefficient by using the steel ball and thereby forming a pendulum, making the steel ball of the pendulum collide with the magnetic disk so as to be restituted, and using a run-out angle of the pendulum after collision.

[Problems to be Solved by the Invention]

However, it is difficult to detect the height of the backlash of the above steel ball after the ball collides with the magnetic disk and is restituted or accurately detect a run-out angle of the pendulum after the steel ball of the pendulum collides with the magnetic disk and is restituted.

It is further difficult to detect and measure the restituted height or angel of the pendulum in a micro restituting operation when the steel ball collides with the magnetic disk at a low speed. A tester is requested which accurately detects a restituted state even in the case of the low impact force and measures a high-accuracy restitution coefficient.

[Means for Solving the Problems]

Figure 1 is a schematic view showing a restitution coefficient measuring device of the present invention. As shown in Figure 1, the restitution coefficient measuring device is constituted of a vibration control disk 2 set to a fixed pedestal 1, a magnetic disk 3 to be inspected

set on the disk 2, a mechanism 5 for dropping a spherical falling object 4 on the magnetic disk 3 to be inspected, an AE sensor 6 for detecting the point of time of restitution on the sample face of the falling object, and means 7 and 8 for respectively showing an output of the sensor 6 as a signal waveform along a time base. To obtain the restitution coefficient of the magnetic disk 3 in accordance with the restitution time interval of the falling object 4 is solved by a restitution coefficient measuring device of the present invention.

[Operation]

That is, a restitution coefficient measuring device of the present invention detects a time interval at the point of time of restitution in a state in which the spherical falling object 4 is dropped on the magnetic disk 3, the falling object 4 collides with the magnetic disk 3 and is restituted and then collides with the magnetic disk 3 and is restituted again so as to accurately measure a restitution coefficient by detecting the time interval.

[Embodiment]

A restitution coefficient measuring device of the present invention is more minutely described below by referring to the schematic view in Figure 1. The vibration control disk 2 is set on the cylindrical magnetic-disk setting pedestal 1 and the magnetic disk 3 to be inspected having the same substrate dimensions as the vibration control disk 2 is set on the disk 2. The AE sensor 6 is set to the surface of the magnetic disk 3 by a proper setting jig and an oscilloscope 7 is connected to the AE sensor 6 and a recorder 8 is connected to the oscilloscope 7.

Moreover, a holding tool 5 for holding a steel ball 4 having a diameter of 0.5 mm by using a spring is set to a position approx. 1 cm higher than the surface of the magnetic disk 3.

Operations for measuring the restitution coefficient of the magnetic disk 3 by using the restitution coefficient measuring device are described below.

As described above, the spring of the holding tool 5 is loosened to drop the steel ball 4 on the surface of the magnetic disk 3. Then, as shown in Figure 2, the steel ball 4 drops on and collides with the surface of the magnetic disk 3 and then, it is restituted and struck up and moves to the position of 4A and moreover drops on and collides with the surface of the magnetic disk 3 and then, it is restituted and struck up and moves to the position of 4B, and repeats the above operations.

In this case, it is assumed that the necessary time between the point of time in which the steel ball 4 is restituted at the n-th time and the point of time in which the steel ball 4 is restituted at the n+1-th time is T_n . Moreover, it is assumed that the necessary time between the point of time in which the steel ball 4 is restituted at the n+1-th time and the point of time in which the steel ball 4 is restituted at the n+2-th time is T_{n+1} . In this case, as shown in Figure 2, speed components V_n and V_{n+1} before and after collision becomes equal when the steel ball 4 is struck up and dropped again for collision. This is shown by the following expressions (1) and (2).

$$V_n = 1/2 g T_n \dots (1)$$

$$V_{n+1} = 1/2 g T_{n+1} \dots (2)$$

Therefore, a restitution coefficient e at the $n+1$ -th restitution is shown by the above speed ratio and shown by the following expression (3).

$$e_{n+1} = V_{n+1}/V_n = T_{n+1}/T_n \dots (3)$$

That is, a restitution coefficient is obtained from the necessary time ratio between restitutions. That is, the time from the fact that the steel ball 4 is dropped on and collides with the magnetic disk 3 at the n -th time up to the fact that the steel ball 4 is restituted, raised, and dropped on and collides with the magnetic disk 3 again at the $n+1$ -th time is measured. Moreover, the time from the fact that the steel ball is dropped on and collides with the magnetic disk at the $n+1$ -th time and then it is restituted and raised up to the fact that the steel ball is dropped and collides with the magnetic disk at the $n+2$ -time is measured to measure the time ratio between the times and a restitution coefficient e_{n+1} .

To obtain the necessary time between these restitutions, an elastic wave which is generated when the steel ball 4 drops on and collides with the surface of the magnetic disk 3 is detected by the above-described AE sensor 6.

Figure 3 shows a state in which the detection information is shown as observation waveforms by the oscilloscope 7. In Figure 3, the axis of abscissa shows time (ms) and the axis of ordinate shows output of the AE sensor 6. As shown in Figure 3, the output waveform 11 of the AE sensor 6 is a damping waveform periodically repeated.

The time until the waveform exceeds a certain value again after it is damped and exceeds the value is assumed as times T_1 , T_2 , and T_3 between collisions to the magnetic disk 3 of the steel ball 4. This time is easily obtained by an output waveform 11 of the oscilloscope

and it is possible to obtain a restitution coefficient in accordance with the expressions (1) to (3).

In this case, a restitution test is performed by using a steel ball of 0.5 mm while variously changing a substrate material of the magnetic disk 3 and a method for forming a magnetic film and variously changing the material quality of the surface. Figure 4 shows a result of obtaining the restitution coefficient and the then collision speed.

Table 1 shows characteristics of samples of magnetic disks when variously changing substrate materials used for the experiment or methods for forming a magnetic film.

Magnetic media of these disks use γ -Fe₂O₃ or Co-P as a material.

Table 1

	Material of substrate	Feature of magnetic medium
Sample 1	Glass	Sputtered film
Sample 2	Aluminum	Plated film
Sample 3	Aluminum	Coated film

As shown in Figure 4, values of restitution coefficients shown on the axis of ordinate are distributed to the logarithm of collision speed shown on the axis of abscissa by having a linear relation for any one of magnetic disks of the samples 1, 2, and 3. Thereby, it is found that the difference between restitution coefficients of magnetic disk faces is clearly identified and it is possible to certify that the difference between impact resistances of magnetic disks can be easily determined by using a restitution coefficient measuring device of the present invention.

Moreover, when using a microphone 21 closely to the magnetic disk 3 as another embodiment of the present invention as shown in Figure 5, it is not necessary to set a sensor for detecting a shock wave by closely contacting with the magnetic disk and a more concise restitution coefficient measuring device is obtained.

[Advantages of the Invention]

As described above, according to a restitution coefficient measuring device of the present invention, by obtaining a time ratio of collision cycle of a steel ball to a magnetic disk, it is possible to simply obtain a restitution coefficient and moreover, in the case of collision in a low-speed area, it is possible to obtain a restitution coefficient at a high accuracy. Therefore, by using this type of the device for inspection of a magnetic disk, there is an advantage that it is possible to inspect the characteristic of a magnetic disk such as an impact resistance at a high accuracy.

4. Brief Description of the Drawings

Figure 1 is a schematic view showing a configuration of a restitution coefficient measuring device of the present invention;

Figure 2 is a schematic view showing a state of collision when using a device of the present invention;

Figure 3 is an output waveform diagram when inspecting a state of collision by a device of the present invention;

Figure 4 is an illustration showing a restitution coefficient detected by a device of the present invention; and

Figure 5 is a schematic view showing another embodiment of the present invention.

Description of reference numerals and characters

1: Setting pedestal

2: Vibration control disk

3: Magnetic disk

4, 4A, 4B: Steel ball

5: Holding tool

6: AE sensor

7: Oscilloscope

8: Recorder

11: Output waveform

21: Microphone

$T_1, T_2, T_3, T_n, T_{n+1}$: Time between collisions

V_n, V_{n+1} : Collision speed

Figure 1

- #1 Restitution coefficient measuring device of the present invention
- 1 Setting pedestal
- 2 Vibration control disk
- 3 Sample
- 4 Falling object
- 6 Sensor

Figure 2

- 3 Sample (Magnetic disk)
- 4 Falling object
- #1 n times
- #2 n+1 times
- #3 n+2 times
- #4 Schematic view showing collision state

Figure 3

Information detected by sensor of device of the present invention

Figure 4

- #1 Restitution coefficient
- #2 Sample 1
- #3 Sample 2
- #4 Sample 3
- #5 Collision speed
- #6 Restitution coefficient detected by device of the present invention

Figure 5

- #1 Schematic view showing another embodiment of the present invention**
- 3 Sample (Magnetic disk)**
- 21 Microphone**

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-212744

⑤ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和61年(1986)9月20日

G 01 N 3/40

6738-2G

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 反発係数測定装置

⑰ 特 願 昭60-55596

⑱ 出 願 昭60(1985)3月18日

⑲ 発 明 者 沢 田 茂 友 川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内

⑲ 発 明 者 森 雅 博 川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内

⑲ 出 願 人 富士通株式会社 川崎市中原区上小田中1015番地

⑲ 代 理 人 弁理士 井 柝 貞一

明 細 書

1. 発明の名称

反発係数測定装置

2. 特許請求の範囲

球状の落下物(4)を被測定試料(3)に落下させる機構(5)と、

該落下物(4)が試料(3)に落下して反発する時点を検知する検知手段(5)と、

該検知手段(5)の出力を時間軸に沿った信号波形にて現出する手段(7、8)とよりなり、

出力された反発時間間隔に基づき試料(3)の反発係数を求めることを特徴とする反発係数測定装置。

3. 発明の詳細な説明

(概要)

反発係数を測定すべき試料の上部より、球状の落下物を落下させ、この落下物が試料面に衝突して反発する際に生じる衝撃波を検知記録し、相続く反発時点の時間間隔を、記録した衝撃波より測定し、この時間間隔から試料の反発係数を求める

装置。

(産業上の利用分野)

本発明は磁気ディスク等の表面の特性を識別するために用いる反発係数測定装置に関する。

磁気ディスク装置に用いられる磁気ディスクの磁性膜は、アルミニウム等の非磁性基板上に、 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ の磁性微粒子が結合剤と共に形成された塗布型のものと、高密度記録を目的として近年開発が盛んな連続薄膜型のものがある。

連続薄膜型の磁性膜としては、ニッケル-リン(Ni-P)のメッキ膜や、 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ のスパッタ膜が水平記録を目的として用いられ、また垂直記録を目的としてNi-Pe合金(パーマロイ)とコバルト-クロム(Co-Cr)合金によるスパッタ二層膜が用いられている。

ところで従来、このようなスパッタ法等により形成した磁性膜の耐衝撃性等の特性を検査する方法は存在しないため、この特性を簡便にしかも高精度に検査する方法が要望されている。

(従来の技術)

そのため、これ等磁性膜を形成した磁気ディスク上に鋼球等を落下衝突させ、その際の反発係数の値より磁気ディスクの耐衝撃性等の特性を検知しようと試みた。

このような反発係数を検知する方法として、鋼球を磁気ディスクの磁性膜に落下衝突させ、跳ね上がるから反発係数を求めようと試みたり、或いはこの鋼球を用いて振子を形成し、この振子の鋼球を磁気ディスクに衝突させて反発させ、この衝突後の振子の振れ角度より反発係数を検知しようと試みた。

(発明が解決しようとする問題点)

然し、上記したような鋼球が磁気ディスクに衝突して反発した後の跳ね返りの高さを検知したり、或いは、振子状の鋼球が磁気ディスクに衝突して反発した後の振子の振れ角度を高精度に検知するのは困難である。

特に鋼球が低速度の状態で磁気ディスクに衝突

する場合の微小な反発動作における前記反発した高さや、振子の角度を検知測定するのは、更に困難となり、このような低衝撃力の場合に於いても、高精度に反発の状態を検知し、この検知情報より高精度な反発係数を測定する装置が望まれている。

(問題点を解決するための手段)

第1図は本発明の反発係数測定装置を示す模式図で、図示するように固定基台1に設置された制振用のディスク2とその上に設置された被検査用の磁気ディスク3と、球状の落下物4を被検査用の磁気ディスク3に落下させる機構5と、該落下物の試料面での反発時点を検知するAEセンサ6と、該センサ6の出力を時間軸に沿った信号波形にして現出する手段7、8とよりなり、落下物4の反発時間間隔に基づき磁気ディスク3の反発係数を求める本発明の反発係数測定装置によって解決される。

(作用)

即ち、本発明の反発係数測定装置は、球状の落下物4を磁気ディスク3上に落下させ、落下物4が磁気ディスク3に衝突して反発した後、再び磁気ディスク3に衝突して反発するといった状態の反発時点の時間間隔を検知し、この時間間隔を検知することで高精度に反発係数を測定するようにしたものである。

(実施例)

本発明の反発係数測定装置を第1図の模式図で更に詳述すると、円柱状の磁気ディスク設置台1上には、制振用ディスク2が設置され、この上には制振用ディスク2と同一な基板寸法の被検査用磁気ディスク3が設置されている。磁気ディスク3の表面には、AEセンサ6が適当な設置治具により取り付けられ、このAEセンサ6にはオシロスコープ7が接続され、更にオシロスコープ7には記録装置8が接続されている。

更に磁気ディスク3の表面より約1mmの高さを隔てて、直径が0.5mmの鋼球4をスプリング等を

用いて挟持する保持具5が設置されている。

このような反発係数測定装置を用いて磁気ディスク3の反発係数を測定する動作について説明する。

前記した如く、保持具5のスプリングを緩めて鋼球4を磁気ディスク3の表面に落下させる。すると第2図に示すように鋼球4は磁気ディスク3の表面に落下して衝突した後、反発して跳ね上がり4Aの位置に移動し、更に磁気ディスク3の表面に落下して衝突した後、反発して跳ね上がり4Bの位置に移動し、このような動作を順次繰り返す。

ここで鋼球4が磁気ディスク3の表面でn回反発し、このn回目に反発した時点と次のn+1回目に反発した時点との間の所要時間を T_n とする。またこの鋼球4がn+1回目に反発した時点と次のn+2回目に反発した時点との間の所要時間を T_{n+1} とする。この時第2図に示すように衝突前後の速度成分 V_{nx} 、 V_{n+1x} は、跳ね上がる時と再び落下して衝突する時の速度は等しくなり、第(1)式、及び第(2)式のように表される。

$$V_{\pi} = 1 / 2 g T_{\pi} \dots \dots \dots (1)$$

$$V_{\pi+1} = 1 / 2 g T_{\pi+1} \dots \dots \dots (2)$$

従って第 $n+1$ 回目の反発に於ける反発係数 e は上記した速度比で表されるので、第(3)式に示すようになる。

$$e_{\pi+1} = V_{\pi+1} / V_{\pi} = T_{\pi+1} / T_{\pi} \dots \dots \dots (3)$$

即ち、反発間の所要時間比から反発係数が求められる。つまり、鋼球4が磁気ディスク3上に n 回目に落下して衝突した後、反発して上昇し再び $n+1$ 回目に落下して磁気ディスク3に衝突する迄の時間を測定する。また鋼球が磁気ディスク上に $n+1$ 回目に落下して衝突した後、反発して上昇し、再び $n+2$ 回目に落下して磁気ディスクに衝突する迄の時間を測定し、これ等の時間比を測定して反発係数 $e_{\pi+1}$ を測定する。

このような反発間の所要時間を求めるには、前記したAEセンサ6で、鋼球4が磁気ディスク3の表面に落下衝突した際に生じる弾性波を検知する。

この検知情報をオシロスコープ7で観測波形に

現出した状態を第3図に示す。図で横軸は時間 (ms) を示し、縦軸はAEセンサ6の出力を示す。図示するようにAEセンサ6の出力波形11は、周期的に繰り返す減衰波形である。

この波形が一定の値を越えた後、減衰して再び一定の値を越える迄の時間を、鋼球4の磁気ディスク3に対する衝突間の時間 T_1 、 T_2 、 T_3 とし、この時間はオシロスコープの出力波形11より容易に求まり、第(1)式～第(3)式より反発係数を求めることができる。

ここで磁気ディスク3の基板材料、及び磁性膜の形成方法を種々変化させ、表面の材質を種々変化させた状態で、0.5 mm の鋼球を用いて反発試験を行い、その反発係数と、その時の衝突速度を求めた結果を第4図に示す。

またこの実験に用いて基板材料、または磁性膜の形成方法を種々変化させた磁気ディスクの試料の特徴を第1表に示す。

これ等のディスクの磁性媒体は $\gamma-Fe_2O_3$ 、もしくは $Co-P$ を材料として用いている。

第 1 表

	基板の材料	磁性媒体の特徴
試料 1	ガラス	スパッタ膜
試料 2	アルミニウム	メッキ膜
試料 3	アルミニウム	塗布膜

第4図で示すように試料1、試料2、試料3の磁気ディスクのいずれについても、縦軸に示す反発係数の値が、横軸に示す衝突速度の対数に対して直線関係を持って分布している。このことより各磁気ディスクの基板の材料、及び磁性膜の製法を変化させた種々の磁気ディスクの各々に対応して、それぞれの磁気ディスク面の反発係数の差異が明瞭に識別されることが分り、本発明の反発係数測定装置を用いることで容易に磁気ディスクの耐衝撃性の差異が判定できることが証明できる。

また本発明の他の実施例として、第5図に示すようにマイクロホン21を磁気ディスク3に近接して用いると、衝撃波を検知するセンサを磁気ディスクに密着した形で設置する必要がなく、より簡便な反発係数測定装置が得られる。

(発明の効果)

以上述べたように本発明の反発係数測定装置によれば、鋼球の磁気ディスクに対する衝突サイクルの時間比を求めることで、簡単に反発係数を求めることができ、また低速度域の衝突に際しても高精度で反発係数を得ることができるので、このような装置を磁気ディスクの検査に用いれば、磁気ディスクの対衝撃性等の特性が高信頼度で検査できる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の反発係数測定装置の構成を示す模式図、

第2図は本発明の装置を用いた際の衝突の状態を示す図、

第3図は本発明の装置で衝突の状態を検査した時の出力波形図、

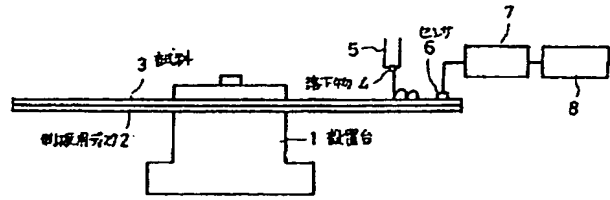
第4図は本発明の装置で検出した反発係数を示す図、

第5図は本発明の他の実施例を示す模式図である。

第1図乃至第5図に於いて、

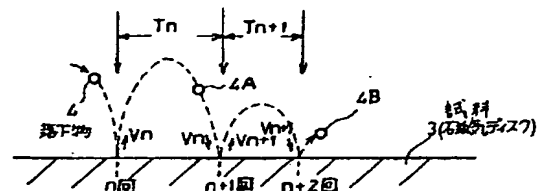
1は設置台、2は制振用ディスク、3は磁気ディスク、4、4A、4Bは鋼球、5は保持具、6はAEセンサ、7はオシロスコープ、8は記録装置、11は出力波形、21はマイクロホン、 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_n 、 T_{n+1} は衝突間の時間、 V_n 、 V_{n+1} は衝突速度を示す。

代理人 弁理士 井 桁 貞 一



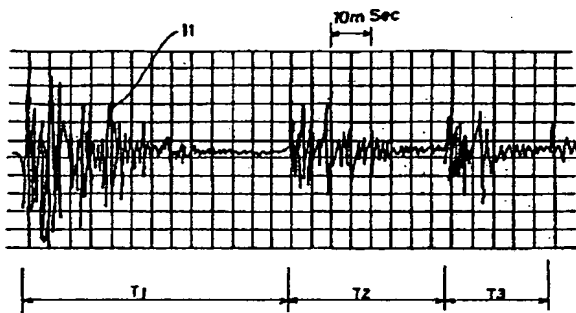
本発明の反発係数測定装置

第1図



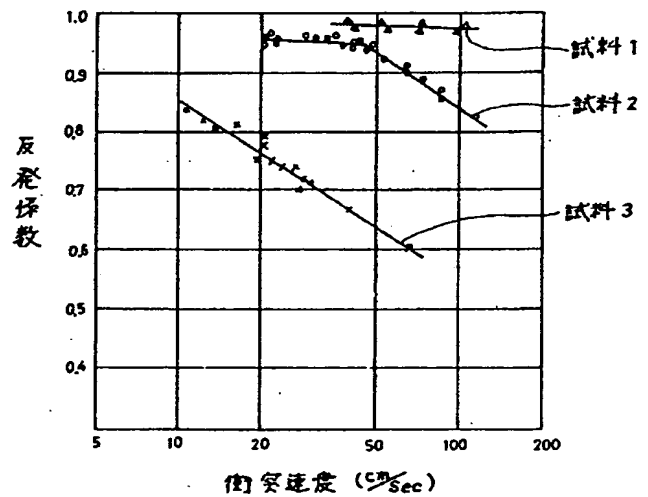
衝突状態を示す模式図

第2図



本発明の装置のセンサで検出した検知情報

第3図



本発明の装置で検出した反発係数

第4図



本発明の他の実施例を示す模式図

第5図